

1. Datos Generales de la asignatura

| | |
|---------------------------------|------------------------|
| Nombre de la asignatura: | Sistemas de Propulsión |
| Clave de la asignatura: | NVF-1038 |
| SATCA¹: | 3-2-5 |
| Carrera: | Ingeniería Naval |

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta dos elementos de competencia al perfil profesional del Ingeniero Naval para adquirir las capacidades y habilidades en tres competencias profesionales:

- Diseña y evalúa vehículos y artefactos marinos para la aplicación de procesos de diseño e ingeniería naval, así como de las normas, reglamentos y códigos pertinentes.
- Dirige la comercialización y licitación de nuevas construcciones, servicios de mantenimiento, reparación de vehículos y artefactos marinos para la implementación de los procesos de mercadotecnia y la normativa pertinente.
- Inspecciona vehículos y artefactos marinos, sus sistemas, maquinarias, equipos y materiales, para verificar la aplicación de las normas, reglamentos y códigos que regulan su construcción y operación.

Estos elementos de competencia se integran con otros en las tres unidades de competencia siguientes:

- ✓ Diseña, analiza y evalúa los sistemas de ingeniería de los productos navales para aplicar los requerimientos de la ingeniería y normativa que soporta su funcionalidad.
- ✓ Decide estrategias y planes de comercialización de los productos y servicios navales para implementar los requerimientos pronosticados del comportamiento del mercado y de la meta de participación establecida.
- ✓ Inspecciona el funcionamiento de la arquitectura, sus sistemas, maquinarias y equipos de embarcaciones y artefactos navales, para la verificación de sus requerimientos de funcionalidad, ciencias de ingeniería, y su normativa.

Los elementos de competencia consisten en los siguientes desempeños específicos:

- Evalúa los sistemas de propulsión para aplicar los criterios de diseño de ingeniería marina y normativa pertinente.
- Especifica los sistemas de propulsión requeridos para los vehículos marinos.
- Inspecciona los sistemas de propulsión en base a criterios de diseño de ingeniería marina y normativa aplicable.

Su importancia es relevante en las áreas de desempeño de ingeniería, marketing e inspección y certificación ya que es una herramienta esencial para el análisis y evaluación de los sistemas de propulsión de vehículos marinos.

La asignatura consiste de un curso de sistemas de propulsión donde el énfasis se centra en la aplicación

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

de los principios y procedimientos de análisis de ciclos de potencia, flujo compresible, sistemas de propulsión con turbinas (vapor y gas) y con máquinas diésel, y su acoplamiento con la hélice.

Tiene como pre-requisito Termodinámica, está relacionada con Resistencia y Propulsión, Diseño de Vehículos marinos y Proyecto de Diseño de Vehículos marinos, y es pre-requisito de Sistemas Auxiliares.

Intención didáctica

Se organiza el temario en cinco temas, delimitando claramente los procedimientos de análisis de ciclos de potencia, flujo compresible en toberas de vapor, turbina de vapor y de gas, máquinas diésel, y acoplamiento de máquina y hélice.

El primer tema se subdivide en dos subtemas. El primer subtema aborda los ciclos de potencia de gas, iniciando con las consideraciones básicas para el análisis de los ciclos de potencia, el ciclo de Carnot y su valor en ingeniería, las suposiciones de aire estándar, un breve panorama de las máquinas reciprocantes, el ciclo ideal para las máquinas de encendido por chispa (ciclo de Otto), el ciclo ideal para las máquinas de encendido por compresión (ciclo Diésel), los ciclos Stirling y Ericsson, el ciclo ideal para los motores de turbina de gas (ciclo Brayton), el desarrollo de las turbinas de gas, la desviación de los ciclos reales de turbina de gas en comparación con los idealizados, el ciclo Brayton con regeneración, el ciclo Brayton con interenfriamiento, recalentamiento y regeneración, los ciclos ideales de propulsión por reacción, las modificaciones para motores de turborreactor y, el análisis de ciclos de potencia de gas con base en la segunda ley de la termodinámica. El segundo subtema describe los ciclos de potencia de vapor y combinados, el ciclo de vapor de Carnot, el ciclo ideal para los ciclos de potencia de vapor (ciclo Rankine), el análisis de energía del ciclo Rankine ideal, la desviación de los ciclos de potencia de vapor reales respecto de los idealizados, el análisis del incremento de la eficiencia del ciclo Rankine mediante reducción de la presión del condensador, sobrecalentamiento del vapor a altas temperaturas e incremento de la presión de la caldera, el ciclo Rankine ideal con recalentamiento, el ciclo Rankine ideal regenerativo, los calentadores abiertos y cerrados de agua de alimentación, el análisis de ciclos de potencia de vapor con base en la segunda ley de la termodinámica, la cogeneración y, los ciclos de potencia combinados de gas y vapor.

El segundo tema se subdivide en seis subtemas. El primer subtema aborda el flujo compresible, las propiedades de estancamiento, el estado de estancamiento isentrópico, las relaciones para gases ideales con calores específicos constantes, el balance de energía de un dispositivo de flujo estacionario de una entrada y una salida, la velocidad del sonido y el análisis de propagación de una pequeña onda de presión a lo largo de un ducto y, el número de Mach y los regímenes de flujo de fluidos en términos del número de Mach. El segundo subtema describe el análisis de flujo en una dirección, el flujo de un gas a través de un ducto convergente-divergente, la variación de la velocidad del fluido con el área de flujo y, las relaciones de propiedades para el flujo isentrópico de gases ideales. El tercer subtema proporciona el análisis de flujo isentrópico a través de toberas aceleradoras, las toberas aceleradoras convergentes y, las toberas convergentes-divergentes. El cuarto subtema trata el análisis de las ondas de choque y de expansión, las ondas de choque normales, las ondas de choques oblicuos y las ondas expansivas de Prandtl-Meyer. El quinto subtema discute los flujos de Rayleigh y de Fanno, el análisis de flujo en un ducto con transferencia de calor de fricción despreciable (flujo de Rayleigh), las relaciones de propiedades para flujos de Rayleigh, el flujo de Rayleigh bloqueado, el análisis del flujo adiabático en un ducto con fricción (flujo de Fanno), las relaciones de propiedades para flujos de Fanno y, el flujo de

Fanno bloqueado. El sexto tema describe el análisis del flujo de vapor de agua en toberas o pasos de los álabes que se encuentran en las turbinas de vapor, el fenómeno de sobresaturación, los estados de sobresaturación, la línea de Wilson y, la relación crítica de presión para el vapor de agua.

El tercer tema se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda los conceptos básicos sobre turbinas, iniciando con un breve resumen de la configuración básica de una planta de potencia marina, sus características generales, sus similitudes y diferencias de las unidades de propulsión a vapor y gas, la definición de unidad de propulsión, la diferencia entre la unidad de propulsión de turbina de vapor y la de gas (esta última considerada como planta de propulsión), la comparación de los ciclos, y de las plantas, el análisis de los ciclos y aplicaciones de las turbinas de vapor y gas, las consideraciones básicas del flujo de fluidos y la termodinámica, los conceptos básicos de turbomaquinaria, las toberas de las turbinas, la turbina de impulso, el escalonamiento de velocidad compuesta, el escalonamiento de presión compuesta, las pérdidas en la turbina de impulso, la etapa de reacción, los efectos radiales, las pérdidas de la etapa de reacción y, la comparación del escalonamiento de impulso y de reacción. El segundo subtema discute el funcionamiento de la turbina, el diseño de etapa de turbina, el control de la turbina, los rotores y álabes, las toberas, diafragmas y álabes estacionarios, las carcassas y empaques, la lubricación y los cojinetes, la operación de la turbina de propulsión principal Y, las turbinas auxiliares. El tercer subtema describe la disposición y los detalles estructurales de la turbina de gas, los accesorios, los controles, el diseño del compresor, el diseño y construcción de la turbina, los sistemas de combustión y, los cojinetes, sellos y lubricación.

El cuarto tema se subdivide en dos subtemas. El primer subtema aborda los principios básicos, la construcción, los tipos de máquinas, las máquinas turbocargadas y, el análisis termodinámico. El segundo subtema discute las características de funcionamiento de las máquinas diésel, las características de combustible, la inyección y la combustión, el acoplamiento y selección de la máquina, los momentos, fuerzas y vibración, los componentes de la máquina, el control de la máquina, la recuperación y utilización del calor de desecho, los sistemas de vapor, los sistemas de soporte, la instalación, la operación y, las prácticas de mantenimiento.

El quinto tema se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda el tema del acoplamiento de la máquina de propulsión con la hélice. El segundo subtema discute el procedimiento de análisis del acoplamiento de la máquina de propulsión con la hélice de paso fijo. El tercer subtema proporciona el procedimiento de análisis del acoplamiento entre la máquina de propulsión y la hélice de paso variable. El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el docente busque sólo guiar a sus estudiantes para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el docente todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como

actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruidos, artificiales, virtuales o naturales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el estudiante tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el estudiante se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el docente ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

| Lugar y fecha de elaboración o revisión | Participantes | Evento |
|--|---|---|
| Instituto Tecnológico de Mazatlán del 23 al 27 de noviembre de 2009. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río, Mazatlán, Pachuca y San Luis Potosí. | Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería Naval. |
| Instituto Tecnológico de Boca del Río del 26 al 30 de abril de 2010. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río y Mazatlán. | Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería Naval. |
| Tecnológico Nacional de México, del 26 al 30 de agosto de 2013. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río y Mazatlán. | Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería en Nanotecnología, Ingeniería Petrolera, Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías, Ingeniería Naval y Gastronomía del SNIT. |

4. Competencia(s) a desarrollar

| Competencia específica de la asignatura |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Evalúa los sistemas de propulsión para aplicar los criterios de diseño de ingeniería marina y normativa pertinente. • Especifica los sistemas de propulsión requeridos para los vehículos marinos. • Inspecciona los sistemas de propulsión en base a criterios de diseño de ingeniería marina y normativa aplicable. |

5. Competencias previas

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Utiliza los principios y métodos de Termodinámica para el análisis de la energía y sus transformaciones en la solución de problemas de ingeniería • Utiliza los principios y métodos de Estática para el análisis de cuerpos rígidos sin movimiento • Utiliza los principios y métodos de Dinámica para el análisis de cuerpos rígidos con movimiento • Utiliza los principios y métodos de Cálculo Vectorial para el análisis de modelos que representan fenómenos de la naturaleza en los cuales interviene más de una variable continua |
|---|

6. Temario

| No. | Nombre de temas | Subtemas |
|-----|---|---|
| 1 | Ciclos de potencia. | 1.1 Ciclos de potencia de gas 1.2 Ciclos de potencia de vapor |
| 2 | Flujo compresible. | 2.1 Propiedades de estancamiento. Velocidad del sonido y número de Mach 2.2 Flujo isentrópico en una dirección 2.3 Flujo isentrópico a través de toberas 2.4 Ondas de choque y de expansión 2.5 Flujos de Rayleigh y de Fanno 2.6 Toberas de vapor |
| 3 | Turbinas para propulsión marina. | 3.1 Conceptos básicos sobre turbinas 3.2 Turbinas de vapor 3.3 Turbinas de gas |
| 4 | Máquinas diésel para propulsión marina. | 4.1 Conceptos básicos sobre máquinas diésel 4.2 Máquinas diésel |
| 5 | Acoplamiento máquina y hélice. | 5.1 Conceptos y principios 5.2 Método de análisis de acoplamiento para hélice de paso fijo 5.3 Método de análisis de acoplamiento para hélice de paso variable |

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1.- Ciclos de potencia.

| Competencias | Actividades de aprendizaje |
|--|--|
| <p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Analiza y evalúa los ciclos de potencia de gas y de vapor para aplicar en turbinas y máquinas diésel. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. Destreza para generar análisis y síntesis. Capacidad para usar herramientas computacionales. Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. | <ul style="list-style-type: none"> Identificar los ciclos de potencia de gas Evaluar el desempeño de los ciclos de potencia de gas para los que el fluido de trabajo permanece como gas durante todo el ciclo Desarrollar suposiciones de simplificación aplicables a ciclos de potencia de gas Revisar la operación de los motores reciprocantes Analizar ciclos de potencia de gas tanto cerrados como abiertos Resolver problemas basados en los ciclos Otto, Diésel, Stirling, y Ericsson Resolver problemas basados en el ciclo Brayton; el ciclo Brayton con regeneración, y el ciclo Brayton con interenfriamiento, recalentamiento y regeneración Analizar ciclos de motores de propulsión por reacción Identificar suposiciones de simplificación para el análisis de ciclos de potencia de gas con base en la segunda ley de la termodinámica Realizar análisis de ciclos de potencia de gas con base en la segunda ley de la termodinámica Identificar los ciclos de potencia de vapor y combinados Analizar ciclos de potencia de vapor en los cuales el fluido de trabajo se evapora y se condensa alternadamente Analizar la generación de potencia acoplada con el proceso de calentamiento llamada cogeneración Investigar maneras de modificar el ciclo básico de potencia de vapor Rankine para incrementar la eficiencia térmica del ciclo Analizar los ciclos de potencia de vapor con recalentamiento y regeneración Analizar ciclos de potencia que consisten en dos ciclos separados conocidos como |

| | ciclos combinados y ciclos binarios. |
|--|---|
| 2.- Flujo compresible. | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Evalúa el flujo compresible para aplicar en turbinas. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. Destreza para generar análisis y síntesis. Capacidad para usar herramientas computacionales. Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. | <ul style="list-style-type: none"> Desarrollar las relaciones generales de los flujos compresibles que se presentan cuando los gases fluyen a velocidades elevadas Identificar los conceptos de estado de estancamiento, velocidad del sonido y número de Mach de un fluido compresible Desarrollar las relaciones entre las propiedades estáticas y de estancamiento de los fluidos para flujos isentrópicos de gases ideales Deducir las relaciones entre las propiedades estáticas y de estancamiento de los fluidos en función de la razón de calores específicos y del número de Mach Deducir los efectos de los cambios de área en los flujos isentrópicos unidimensionales, subsónicos y supersónicos Resolver problemas de flujo isentrópico que pasa por toberas convergentes y convergentes-divergentes Analizar la onda de choque y la variación de las propiedades del flujo en la onda de choque Desarrollar el concepto de flujo en ducto con transferencia de calor y de fricción insignificante, conocido como flujo de Rayleigh Analizar la operación de las toberas aceleradas por vapor de agua utilizadas comúnmente en las turbinas de vapor. |
| 3.- Turbinas para propulsión marina. | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Analiza y evalúa el diseño, construcción y operación de turbinas para propulsión marina. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y | <ul style="list-style-type: none"> Identificar las unidades turbinas de propulsión marina de vapor y gas Analizar el ciclo principal de vapor, los sistemas de vapor auxiliar y de escape auxiliar, así como la planta de turbina de gas |

| | |
|---|---|
| <p>resolver problemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Destreza para generar análisis y síntesis. • Capacidad para usar herramientas computacionales. • Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. • Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. • Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. | <ul style="list-style-type: none"> • Analizar las consideraciones básicas de flujo de fluidos y termodinámica • Examinar los principios de turbomaquinaria y las toberas de turbinas • Investigar la turbina de impulso y las etapas de velocidad y presión compuestas • Reconocer las pérdidas en la turbina de impulso • Explicar la etapa de reacción • Describir los efectos radiales y las pérdidas de la etapa de reacción • Comparar las etapas de impulso y de reacción • Identificar las disposiciones de etapas múltiples • Analizar el desempeño de la turbina de vapor • Describir el control y las componentes y características mecánicas de la turbina de vapor • Examinar la lubricación en la turbina de vapor • Analizar las turbinas auxiliares de vapor • Identificar la planta de turbina de gas • Describir los compresores y combustores de turbina de gas • Analizar el desempeño de la turbina de gas • Describir las componentes, construcción y características mecánicas de la turbina de gas • Identificar la protección medioambiental de la turbina marina de gas • Comparar la construcción y características mecánicas de las turbinas de vapor y gas • Distinguir las consideraciones de operación de las turbinas de vapor y gas • Contrastar los medios de reducción de velocidad de las turbinas de vapor y gas. |
| 4.- Máquinas diésel para propulsión marina. | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Especifica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analiza y evalúa el diseño, construcción y operación de máquinas diésel para propulsión marina. | <ul style="list-style-type: none"> • Describir la máquina diésel • Identificar los tipos de máquinas diésel • Reconocer los requerimientos especiales de las máquinas diésel marinas |

| | |
|---|--|
| <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. • Destreza para generar análisis y síntesis. • Capacidad para usar herramientas computacionales. • Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. • Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. • Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. | <ul style="list-style-type: none"> • Analizar las características de desempeño de las máquinas diésel • Identificar los regímenes de la máquina diésel • Describir las características físicas de la máquina diésel • Revisar los tipos de vehículos marinos que emplean máquinas diésel • Analizar las aplicaciones en vehículos marinos de las máquinas diésel • Explicar los criterios de selección de las máquinas diésel • Identificar los tipos de combustible utilizados • Analizar el diseño del sistema de combustible • Identificar los tipos de lubricante utilizados • Analizar el diseño del sistema de lubricación • Examinar los sistemas de enfriamiento • Investigar el sistema de utilización de calor de desecho • Examinar los sistemas de admisión y escape • Investigar los sistemas de arranque • Investigar los controles, la instrumentación, los dispositivos de instalación, y las características de seguridad de las máquinas diésel • Analizar las características principales de las máquinas diésel de velocidad baja acopladas directamente • Analizar los subsistemas de la máquina diésel de baja velocidad acoplada directamente • Examinar todas las consideraciones de operación de la máquina diésel de velocidad baja acoplada directamente. |
|---|--|

| 5.- Acoplamiento máquina y hélice. | |
|---|---|
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Diseña el acoplamiento entre la máquina de propulsión y la hélice como propulsor para la planta de propulsión marina <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. Destreza para generar análisis y síntesis. Capacidad para usar herramientas computacionales. Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. | <ul style="list-style-type: none"> Identificar los conceptos y principios del acoplamiento máquina-hélice Describir el método de análisis del acoplamiento máquina y hélice de paso fijo Explicar el método de análisis del acoplamiento máquina y hélice de paso variable Aplicar los métodos de análisis de acoplamiento máquina y hélice |

8. Prácticas

Prácticas sugeridas para desarrollar las competencias específicas y genéricas:

- Experimentar con software de termodinámica análisis de ciclos de potencia de gas y vapor
- Experimentar con software de termodinámica análisis de flujo compresible
- Experimentar con software de ingeniería marina análisis de funcionamiento de plantas marinas de propulsión
- Calcular balance de calor para planta de propulsión marina con turbina de vapor
- Formular acoplamiento de máquina diésel con hélice marina de paso fijo.

9. Proyecto de asignatura (Para fortalecer la(s) competencia(s) de la asignatura)

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e

investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias (específicas y genéricas de la asignatura)

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Bitácora
- Cuestionario
- Debate
- Ensayo
- Escala de apreciación
- Examen (preguntas de respuestas abiertas, cerradas o múltiples)
- Exposición
- Investigación
- Lista de cotejo
- Mapa conceptual
- Portafolio
- Proyecto
- Prueba de conocimiento
- Prueba de desempeño
- Rúbrica
- Solución de problemas (cerrados o abiertos)
- Técnica de casos
- Técnica de ejecución
- Técnica de pregunta
- Trabajo en equipo o colaborativo.

11. Fuentes de información

NECESARIA PARA EL ESTUDIO Y PRESENTACIÓN DE EXÁMENES

- Cengel Y. A. & Boles M. A. (2012) *Termodinámica*. (7ª Ed). México: Editorial Mc Graw Hill.
- Harrington R. L. (1992) *Marine Engineering*. USA: Editorial SNAME.

RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

- IACS, www.iacs.org.uk/
- IMO, www.imo.org/
- MAN Diesel & Turbo SE, www.mandieselturbo.com/
- McGeorge H. D. (1995) *Marine Auxiliary Machinery*. (7ª Ed). UK: Editorial Butterworth Heinemann.
- Saarlal Maido. (1987) *Steam and Gas Turbines for Marine Propulsion*. USA: Editorial USNI.
- SNAME. *T & R Bulletin 3-11 (1973) Marine Steam Power Plant Heat Balance Practices*. USA: Editorial SNAME
- SNAME. *T & R Bulletin 3-27 (1975) Marine Diesel Power Plant Performance Practices*. USA: Editorial SNAME
- SNAME. *T & R Bulletin 3-28 (1976) Marine Gas Turbine Power Plant Performance Practices*.

USA: Editorial SNAME.

- Taylor D. A. (1996) *Introduction to Marine Engineering*. UK: Editorial ELSEVIER.
- Woodyard Doug. (2009) *Marine Diesel Engines and Gas Turbines*. UK: Editorial ELSEVIER.